

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
FACULTAD DE CIENCIAS TECNOLÓGICAS

**EFFECTO DEL ORÉGANO (*Origanum vulgare*) Y LAUREL (*Laurus nobilis*) EN LAS
CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y QUÍMICAS DEL FILETE AHUMADO DE
TILAPIA (*Oreochromis sp*).**

POR:

YIMI YAIR ORELLANA RUIZ

TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE, 2025

**EFFECTO DEL ORÉGANO (*Origanum vulgare*) Y LAUREL (*Laurus nobilis*) EN LAS
CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y QUÍMICAS DEL FILETE AHUMADO DE
TILAPIA (*Oreochromis sp*).**

POR:

YIMI YAIR ORELLANA RUIZ

M.Sc. ARLIN DANERI LOBO
ASESOR PRINCIPAL

TESIS

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERIA EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA**

CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE, 2025

DEDICATORIA

Dedico esta tesis de a mi familia por brindarme siempre de su apoyo para hoy estar aquí donde estoy gracias a Dios por sus vidas y que siempre les bendiga y por ser la motivación para cada día llegar más lejos en mi vida y carrera profesional.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, este logro se la dedico al creador de los cielos y la tierra, Dios, el que me acompaña con su bendición a lo largo de mi vida, me protege y me lleva por el camino del bien cada día. Así mismo, por haberme permitido haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis tíos, son una gran Bendición, se la dedico con todo el amor que le tengo a mi madre y mi abuela, por ser el pilar más importante en mi vida y por demostrar siempre su preocupación, cariño, apoyo incondicional se los dedico en agradecimiento por permitirme lograr a concluir mi carrera profesional. De la misma manera a Yareli mi novia, que ella siempre fue ese apoyo de compañeros durante la estadía en la universidad.

Gracia Señor por Bendecirme en gran manera, todo sea para gloriar tu nombre.

INDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	3
II.	OBJETIVOS.....	4
2.1	Objetivo general	4
2.2	Objetivos específicos.....	4
III.	REVISIÓN LITERARIA	5
3.1	Inseguridad alimentaria y nutricional	5
3.2	Microbiológico	5
3.3	E. Coli.....	4
3.4	pH	4
3.5	Acuicultura en el mundo.....	5
3.5.1	Tilapia (<i>Oreochromis sp</i>).....	6
3.5.2	Valor nutricional de la tilapia (<i>Oreochromis sp</i>)	6
3.6	Ahumado	7
3.7	Plantas aromáticas	7
3.7.1	Orégano (<i>Origanum vulgare</i>)	7
3.7.2	Laurel (<i>Laurus nobilis</i>).....	8
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	9
4.1	Lugar de la investigación.....	9
4.2	Materiales y equipo	9
4.2.1	Materia prima	9
4.2.2.	Materiales y equipo	10

4.3 Metodología.....	12
4.4 Etapa I.....	12
4.4.1 Obtención de tilapia.....	12
4.4.2 Obtención de orégano y laurel.....	14
4.4.3 Diseño experimental	14
4.5. Etapa II	15
4.5.1. Elaboración de salmuera.....	15
4.5.2. Realización del proceso de ahumado de filete de tilapia.....	16
V.	16
4.6 Etapa III	17
4.6.1 Análisis Microbiológicos.....	17
4.6.2. Análisis químicos.....	17
4.6.3. Análisis sensorial	18
4.7. Análisis estadístico	18
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
5.1 Resultados del Análisis microbiológico	19
5.2 Resultados de los análisis químicos	20
5.3 Resultados del análisis sensorial.....	23
VI. CONCLUSIONES.....	27
VII. RECOMENDACIONES	28
VIII.BIBLIOGRAFIA	29
IX. ANEXOS	33

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ingredientes a utilizados en el proceso de ahumado y condimentado del filete.	9
Tabla 2. Materiales y equipos que se utilizaron en la investigación.	10
Tabla 3. Porcentaje de laurel y orégano a utilizar en los tratamientos.	14
Tabla 4. Porcentajes de ingredientes a utilizados en la salmuera.	15
Tabla 5. Resultado de recuento de UFC/g para E. coli	20
Tabla 6. Referencia del RTCA para criterios microbiológicos del límite permitido de UFC/g para E. coli.	20
Tabla 7. Comparación de Medias de pH de Filete de Tilapia.	20
Tabla 8. Comparación de Medias de humedad de Filete de Tilapia ahumado.	22
Tabla 9. Resultados de la evaluación sensorial de los tratamientos.	23

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Etapas experimentales de la investigación.....	12
Figura 2. Flujograma del proceso para obtención del filete de tilapia.	13
Figura 3. Flujograma de proceso en la realización del proceso de ahumado de filete de tilapia	16
Figura 4. Recuento de E. coli. (UFC/g) en Filetes de Tilapia Ahumada.	19
Figura 5. Comparación del pH antes y después del proceso de ahumado de los tratamientos.	21
Figura 6. Comparación de humedad antes y después del proceso de ahumado de los tratamientos.	22
Figura 7. Índice de aceptabilidad de los tratamientos	25

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Formato de evaluación sensorial.....	33
Anexo 2. Proceso de ahumado.....	34
Anexo 3. análisis microbiológico	34
Anexo 4. Evaluación sensorial	34

Orellana Ruiz, Yimi Yair (2025) Efecto del orégano (*Origanum vulgare*) y laurel (*Laurus nobilis*) en las características sensoriales y químicas del filete ahumado de tilapia (*Oreochromis sp*). Trabajo de tesis de grado, Ingeniería en Tecnología Alimentaria, Facultad de Ciencias Tecnológicas, Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, C.A. 45pp.

RESUMEN

La tilapia ahumada es un producto acuícola de gran aceptación, no obstante, susceptible al deterioro. Para mejorar su calidad y conservación se buscan alternativas naturales. El orégano y el laurel contienen compuestos bioactivos con propiedades antimicrobianas, lo cual los convierte en posibles sustitutos de aditivos sintéticos. El objetivo es evaluar el efecto de la incorporación de orégano y laurel en las características microbiológicas, químicas y sensoriales del filete ahumado de tilapia. Se utilizó un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA) con 4 tratamientos y un tratamiento control, para evaluar el efecto de la salmuera con orégano (1.5 % y 3.5 %) y laurel (1.5 % y 3.5 %), en filetes de tilapia ahumado. Los filetes se marinaron por 15 horas y se sometieron a ahumado en caliente (2-3 horas). La evaluación incluyó análisis microbiológico (recuento de *E. coli*), análisis químicos (pH y humedad) antes y después del ahumado, y evaluación sensorial aplicando escala hedónica de 7 puntos para conocer el nivel de aceptación por parte de 50 jueces. Los datos se analizaron mediante ANOVA al 0.05 % y la prueba de Tukey. Los resultados obtenidos a partir del análisis microbiológico reflejaron que los tratamientos no presentan diferencia significativa ya que no obtuvieron crecimiento microbiano, (<10 UFC/g) en comparación al tratamiento control que presentó crecimiento de *E. coli* (>10 UFC/g), recalcando que para la evaluación de los mismos se analizaron en crudo después de la salmuera, luego de ahumar y 15 después de ahumado. El análisis químico confirmó que el pH y el contenido de humedad de los filetes de tilapia ahumada no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos. Esto demuestra que el uso de orégano y laurel no altera la estabilidad ácido base y la actividad de agua del producto final. La evaluación sensorial reveló que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, el índice de aceptabilidad general reflejó que el tratamiento con 1.5 % de orégano, obtuvo mayor aceptabilidad por parte de los jueces. En conclusión, la

incorporación de orégano y laurel resultó beneficioso al reducir la carga microbiana, preservar la calidad química y obtener aceptación sensorial del filete ahumado de tilapia.

Palabras claves: Antimicrobiano, calidad, conservación.

I. INTRODUCCIÓN

La malnutrición a causa de una dieta pobre; es uno de los factores que más contribuyen a la carga mundial de la morbilidad, pues más de una tercera parte de las enfermedades infantiles en todo el mundo se atribuyen a la desnutrición, donde la pobreza representa una de sus causas principales. Es importante recalcar que, al no comer sano, se puede producir una malnutrición o una desnutrición en las personas. (Curiel, 2017).

La tilapia (*Oreochromis sp*), originaria de África y el Medio Oriente, la tilapia no solo era cultivada por los antiguos egipcios hace miles de años, rica en proteínas y ácidos grasos omega-3, requiere métodos de valor agregado que mejoren su conservación y aceptabilidad. El ahumado, además de conferir sabor y aroma, prolonga la vida útil del filete al inhibir el crecimiento microbiano y reducir la oxidación (Essien Michael, 2019).

Por su parte, orégano (*Origanum vulgare*) y laurel (*Laurus nobilis*) aportan compuestos bioactivos con actividad antioxidante y antimicrobiana, y pueden sustituir aditivos sintéticos (Acevedo, 2013; Anzano et al., 2022). En este estudio se evaluó, mediante un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos (1.5, y 3.5 % de orégano y 1.5, y 3.5 % de laurel) y un tratamiento control, así también, cómo la inclusión de estas plantas afecta las propiedades sensoriales (olor, sabor, textura, color), fisicoquímicas (pH, % de humedad) y microbiológicos (*Escherichia coli*) de tilapia ahumada.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar el efecto del orégano (*Origanum vulgare*) y laurel (*Laurus nobilis*) en las características sensoriales y químicas del filete ahumado de tilapia (*Oreochromis sp*).

2.2 Objetivos específicos

Determinar el efecto del orégano y laurel en las propiedades químicas del filete de tilapia ahumado.

Evaluar la calidad microbiológica mediante la determinación de coliformes totales (*Escherichia coli*).

Analizar la influencia del orégano y laurel en las propiedades sensoriales del filete ahumado.

III. REVISIÓN LITERARIA

3.1 Inseguridad alimentaria y nutricional

El mundo ha estado luchando por alcanzar las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, que buscan erradicar el hambre, garantizar el acceso constante de todas las personas a alimentos seguros, nutritivos y suficientes, y eliminar todas las formas de malnutrición. Los altos niveles de inseguridad alimentaria y nutricional prevalecen en África subsahariana, donde más de un tercio de la población experimenta desnutrición. Alrededor de dos mil millones de personas en todo el mundo carecen de acceso a alimentos adecuados (Geraldo. et al., 2024). Según la FAO, más de 864 millones de personas en todo el mundo experimentaron inseguridad alimentaria grave en 2023. Esto significa que pasaron un día entero o más sin comer (FAO et al., 2024).

3.2 Microbiológico

El descubrimiento de los microorganismos en el siglo XVII dio lugar a la teoría de los gérmenes de las enfermedades infecciosas, que vinculaba los agentes causales con las infecciones que causaban. Los peligros microbiológicos como las bacterias transmitidas por los alimentos (p. ej., *Salmonella*, *Escherichia coli* patógena, *Listeria monocytogenes*), los virus (p. ej., Norovirus, Hepatitis A) y los parásitos (p. ej., *Toxoplasma gondii*, *Cyclospora* spp.), pueden causar una gama de enfermedades transmitidas por los alimentos de leves a graves (FAO, 2019)

Los consumidores en general, influenciados por la cobertura mediática y los debates, pueden percibir la gravedad y la probabilidad de los peligros relacionados con los alimentos de forma

diferente a la de los expertos en seguridad alimentaria, lo que a menudo genera mayor ansiedad y preocupación. Por el contrario, los profesionales de la alimentación, dotados de conocimientos técnicos y con base científica, podrían ver estos peligros desde una perspectiva diferente (Wall, 2018).

3.3 E. Coli

Desde su primera documentación como causa de gastroenteritis epidémica en 1982, *E. coli* se ha considerado un importante patógeno humano. Aproximadamente entre el 5 y el 10 % de las personas con infecciones por *E. coli* desarrollarán síndrome hemolítico urémico, una afección sistémica grave y potencialmente mortal (Thorpe, 2004).

Los aspectos microbiológicos de la seguridad alimentaria se han estudiado intensamente durante décadas. Si bien las normas de seguridad alimentaria han mejorado significativamente, los problemas relacionados con los alimentos han pasado de la seguridad microbiológica a otras índoles, como la obesidad y las dietas poco saludables (AH Havelaar, 2010). Últimamente en la industria alimentaria, naturalmente, se ha esforzado por adaptarse al nuevo mercado utilizando las últimas tecnologías para preservar las características naturales, prolongar la vida útil y reducir los riesgos microbiológicos (SM Alzamora, 2016)

3.4 pH

Los productos pesqueros son considerados alimentos perecederos debido a su composición química (mayoritariamente su componente el agua libre), y al pH ligeramente básico de su carne. El estado de frescura puede ser descrito por una variedad de propiedades que pueden ser percibidas por varios indicadores. Tanto la frescura y la calidad del producto final dependerán de cambios físicos, químicos, bioquímicos y microbiológicos que ocurren durante el periodo post mortem en el pescado. Los parámetros más utilizados para la evaluación de frescura son: la determinación de pH, Nitrógeno Básico Volátil y la evaluación de los caracteres organolépticos. El pH del pescado recién capturado es ligeramente neutro, y una vez que se inicia el rigor mortis el mismo desciende

a valores aproximados de 6.5 debido a la formación de ácido láctico, y luego va aumentando progresivamente en función de la descomposición bacteriana y los compuestos básicos que se generan de esa descomposición (amonio y aminos) (Ingrid Ruth Burkhard, 2023).

En la industria pesquera, una variable que tiene gran importancia al momento de juzgar la frescura de los productos, es la medición del pH esto es debido a que en las etapas posteriores al período post mortem, el músculo del pescado es ligeramente ácido acentuándose en el rigor mortis. Después de esta etapa, comienza el deterioro que es mucho más rápido que en otro tipo de carnes. Este proceso de degradación es llevado a cabo en una primera etapa, por enzimas propias del músculo del pescado y posteriormente por la acción de los microorganismos que ingresan al músculo generando principalmente aminos como la trimetilamina (Copes, 2008)

3.5 Acuicultura en el mundo

La acuicultura se ha convertido, en efecto, en una de las opciones para satisfacer las demandas nutricionales del futuro, con alimentos de calidad y con menores impactos en el entorno. Asimismo, en el aprovisionamiento de bienes de usos diversos y de servicios ambientales. Actualmente, el 54 % de los pescados y mariscos que se consumen proviene de la acuicultura (171 millones de toneladas en 2016), y la tendencia es que ello aumente rápida y significativamente en el futuro.

El conjunto de especies, ambientes y tecnologías que comprende la acuicultura le otorga para ello grandes ventajas. Según organismos mundiales especializados, desarrollar el importante potencial de esta actividad requiere del mayor impulso por parte de los gobiernos y de la empresa, así como del concurso de muchos profesionales capacitados (FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2019). La acuicultura, por otra parte, se convierte en una actividad clave para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos por las Naciones Unidas (Berger, 2020)

3.5.1 Tilapia (*Oreochromis sp*)

Las tilapias se encuentran entre los peces de aguas cálidas más importantes utilizados para la producción acuícola. Varias ilustraciones de las tumbas egipcias revelan que el cultivo de tilapia se remonta a hace 3000 años. La tilapia es originaria de África, pero se introdujo en otras regiones tropicales, subtropicales y templadas del mundo durante la segunda mitad del siglo XX para impulsar la pesca de captura, debido a su alta elasticidad y tolerancia a factores ambientales y ecológicos. Actualmente, más de 140 países en el mundo participan en el cultivo y el comercio de tilapia.

La cosecha mundial de tilapia de cultivo ha superado los 6 millones de toneladas lo que la coloca en segundo lugar, después de las carpas, como el pez de agua dulce más cultivado en el mundo. Se han identificado aproximadamente 70 especies de tilapia a nivel mundial. Entre la amplia variedad de tilapia, la tilapia (*Oreochromis sp*) es la especie más cultivada, y se reconoce ampliamente la necesidad de un esfuerzo sistemático para asegurar y mejorar aún más la calidad genética de las poblaciones cultivadas (Jonathan M. Munguti, 2022). La tilapia (*Oreochromis sp*) es un pez de alta relevancia en la acuicultura, reconocido por su rápido crecimiento y valor nutricional. El procesamiento de sus filetes, especialmente mediante técnicas como el ahumado, es esencial para garantizar un producto seguro y de alta calidad, lo cual es crucial en contextos donde la seguridad alimentaria es prioritaria (Sayed, 2006).

3.5.2 Valor nutricional de la tilapia (*Oreochromis sp*)

La tilapia se considera una de las especies más abundantes del mundo. Se trata de un pez cuyas características principales son de ser de rápido crecimiento y son prolífica. La tilapia representa para los humanos un gran aporte nutricional en la dieta, ya que contiene la cantidad de proteínas necesarias como la carne. Se considera un alimento altamente sugerido para su consumo al ser de carne blanca, baja en grasas y ligera para el sistema digestivo. Contiene Omega 3, Vitamina A, K y E y según estudios, por cada 100 gramos contiene aproximadamente, 20 de proteína, 1.7 de grasa, 96 calorías; además, aporta minerales como potasio, fósforo y sodio (RNIA, 2022).

3.6 Ahumado

Existen diversos varios métodos de procesamiento de pescado, entre ellos como el ahumado, la salazón, la fritura, el secado al sol, la congelación y la fermentación. El ahumado es una de las formas más comunes de conservar pescado en grandes cantidades. El ahumado en caliente húmedo y el ahumado en caliente seco son dos formas de ahumado que constan de tres etapas: cocción, secado y ahumado. Las actividades de procesamiento de pescado se realizan en las zonas costeras y riberas de los ríos. Las investigaciones han demostrado que el ahumado del pescado no solo le proporciona el sabor y el aroma deseados, sino que también prolonga su vida útil gracias a sus efectos antibacterianos y oxidativos, que reducen el pH, le confieren coloración, mejoran el proceso de secado y actúan como un inhibidor de los agentes de descomposición y las alteraciones químicas degenerativas, el ahumado del pescado ha sido un método innovador y saludable de procesamiento, ya que conserva el valor proteico y reduce el contenido de humedad. (Sakyi Essien Michael, 2019).

3.7 Plantas aromáticas

Las plantas aromáticas, medicinales y condimentarias (PAMC), son bastante reconocidas debido a que son como un recurso importante a nivel mundial, dado que estas si contribuyen al buen desarrollo de la economía desde la etapa de cultivo y postcosecha en el sector agrícola hasta el procesamiento de productos en la industria y la comercialización (Adriana Patricia Tofiño-Rivera, 2017).

3.7.1 Orégano (*Origanum vulgare*)

La hoja del orégano se usa no solo como condimento de alimentos sino también en la elaboración de cosméticos, fármacos y licores; motivos que lo han convertido en un producto de exportación. Adicionalmente, la Organización Mundial de la Salud estima que cerca del 80% de la población

en el mundo usa extractos vegetales o sus compuestos activos, por ejemplo, los terpenoides, para sus cuidados primarios de salud (Cynthia Cristina Arcila-Lozano, Scielo, 2004). Se ha demostrado que el orégano contiene aceites esenciales, por lo que no solo es benéfico para la salud humana, sino que además puede sustituir los aditivos sintéticos de los alimentos (Diofanor Acevedo, 2013)

3.7.2 Laurel (*Laurus nobilis*)

El laurel nobilis es originario del sur del Mediterráneo. Es un pequeño árbol de la familia Lauraceae. Las hojas de *L. nobilis* son la parte más explotada de la planta, no solo por su alta producción, sino también por sus grandes beneficios y su amplio uso en diferentes campos, como el culinario, el cosmético, el terapéutico y el farmacológico.

Las diversas propiedades beneficiosas para la salud atribuidas a las hojas de laurel se relacionan con la presencia de diversos compuestos bioactivos (Yazid Khaled Khodja, 2023). El laurel se utiliza como aromatizante culinario para carnes, pescados, caldos y verduras. La planta presenta un rico contenido de metabolitos, incluyendo proteínas, azúcares libres, ácidos orgánicos, PUFA y tocoferoles, y exhibe un potencial biológico con una amplia gama de bioactividad, incluyendo propiedades antimicrobianas y antioxidantes (Anzano A, 2022).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Lugar de la investigación

El trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad Nacional de Agricultura (UNAG), ubicada a 6 km de la ciudad de Catacamas, departamento de Olancho, carretera que conduce al municipio de Dulce Nombre de Culmí. Se trabajó en el Laboratorio de procesamiento acuícola que pertenece a la Facultad de Ciencias Tecnológicas.

4.2 Materiales y equipo

4.2.1 Materia prima

Para el desarrollo de la investigación se utilizó como materia prima el filete de tilapia, el orégano y laurel. También se utilizaron los ingredientes (Tabla 1).

Tabla 1. Ingredientes a utilizados en el proceso de ahumado y condimentado del filete.

Ingredientes	Descripción
Sal	Ayuda en el sabor y conservación.
Vinagre	Ayuda a suavizar el pescado.
Azúcar	Favorece a la caramelización y el color.
Ajo en polvo	Proporcionan sabor intenso y característico.

Pimienta	Condimento que realza el sabor mediante notas picantes y volátiles, contribuyendo al sabor final del producto.
Cebolla en polvo	Proporcionan sabor intenso y característico.
Cominos	Mejorar el perfil del sabor.

4.2.2. Materiales y equipo

Para el proceso de ahumado de filetes de tilapia, análisis microbiológico y evaluación sensorial se utilizaron los siguientes materiales y equipos:

Tabla 2. Materiales y equipos que se utilizaron en la investigación.

Equipos	Descripción
Ahumador	Dispositivo principal para someter el pescado a tratamiento térmico y de humo.
Termómetro de 0-200 °C	Para monitorear y controlar la temperatura interna del ahumador.
Peachímetro	Para medir el pH del pescado antes y después del ahumado.
Bandejas de poliuretano de 1 libra	Utilizadas para almacenar o transportar el pescado durante las etapas del proceso.
Guantes de cuero o tela para superficies calientes	Protección personal durante el manejo del ahumador y materiales calientes.
Ollas de acero inoxidable de 20 litros	Para preparar soluciones de marinado o cocción de condimentos.
Baldes plásticos de 20 litros	Para almacenar agua, soluciones salinas u otros líquidos necesarios en el proceso.

Pailas plásticas de 25 litros	Para mezclar ingredientes o mantener el pescado en reposo con los condimentos.
Balanza digital	Para pesar el pescado y los ingredientes según las concentraciones requeridas.
Rollos de plástico filofilm	Para cubrir y proteger el pescado antes o después del ahumado.
Rollos de papel aluminio (25 pies)	Para envolver el pescado durante el ahumado o conservación si se requiere.
Tabla mediana para picar alimentos	Para cortar o preparar los ingredientes como orégano, laurel o ajo en polvo.
Cucharones de acero inoxidable	Para manipular líquidos calientes o ingredientes durante la preparación.
Placas petrifilm	Para sembrar y cultivar microorganismos presentes en las muestras de pescado.
Incubadora de laboratorio	Para incubar las placas a temperaturas específicas durante el análisis microbiológico.
Tubos de ensayo	Para preparar y diluir muestras en los análisis microbiológicos.
Fósforos	Para encender el mechero durante procedimientos de esterilización.
Marcador indeleble	Para identificar muestras y materiales durante el proceso.
Etiquetas	Para clasificar tratamientos, tiempos y repeticiones.
Algodón	Para tapar tubos y evitar contaminación durante el análisis.
Papel toalla	Para secar o limpiar superficies y utensilios durante el proceso.
Madera	Fuente de calor aportando sabores.

4.3 Metodología

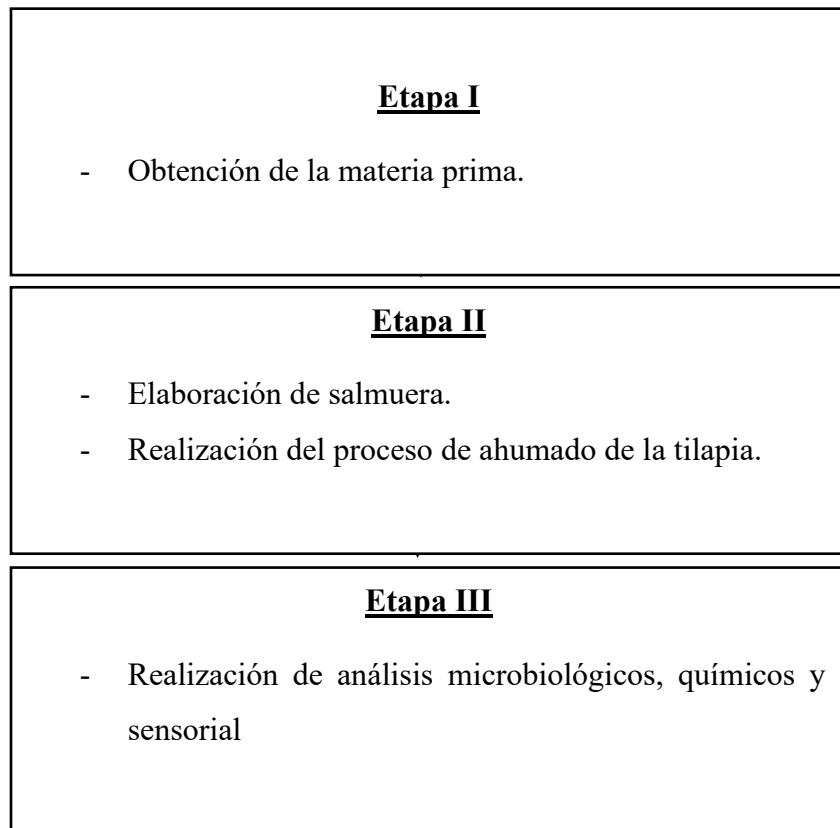


Figura 1. Etapas experimentales de la investigación

Para la realización de la investigación se establecieron 3 etapas experimentales, dentro de las cuales están:

4.4 Etapa I

4.4.1 Obtención de tilapia

Se realizó la recolección de tilapias frescas y de tamaño adecuado en los estanques de reproducción, se seleccionarán los peces sanos y de calidad óptima, se continuará con la

evisceración y limpieza de las tilapias inmediatamente después de la recolección. Todo este proceso se realizó en el área de acuicultura de la Universidad Nacional de Agricultura.

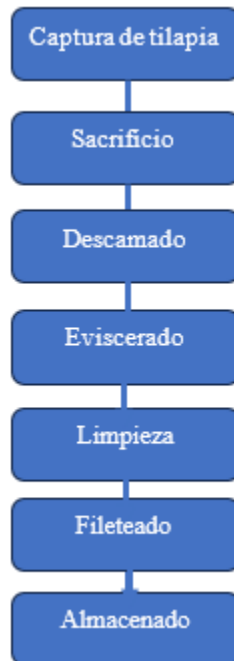


Figura 2. Flujograma del proceso para obtención del filete de tilapia.

Captura de tilapia: Extracción de los peces desde estanques de cultivo mediante redes, manteniendo condiciones higiénicas.

Sacrificio: Insensibilización y muerte rápida del pez, procurando reducir el estrés y preservar la calidad del producto.

Descamado: Remoción de las escamas con herramientas manuales para mejorar la presentación y facilitar el ahumado.

Eviscerado: Extracción de las vísceras para prevenir contaminación y deterioro del filete.

Limpieza: Lavado del pescado con agua potable para eliminar residuos como sangre y mucosas.

Fileteado: Separación de los filetes del esqueleto con cuchillos limpios, conservando la integridad de la carne.

Almacenado: Conservación en refrigeración hasta el momento del ahumado o tratamiento experimental.

4.4.2 Obtención de orégano y laurel

El orégano y el laurel ambos en polvo fueron comprados en un supermercado local de la ciudad de Caticamas.

4.4.3 Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado (DCA), con 4 tratamientos y cada uno con dos repeticiones, además un tratamiento adicional (control) dando un total de 10 corridas experimentales.

Tabla 3. Porcentaje de laurel y orégano a utilizar en los tratamientos.

Tratamientos	%	Planta aromática	Repeticiones	
			I	II
T1	1.5 %	Laurel	T1R1	T1R2
T2	3.5 %	Laurel	T2R1	T2R2
T3	1.5 %	Orégano	T3R1	T3R2
T4	3.5 %	Orégano	T4R1	T4R2
T5 (Control)			T5R1	T5R2

4.5. Etapa II

4.5.1. Elaboración de salmuera.

Previo al proceso de ahumado se incorporaron las plantas aromáticas en forma de salmuera acompañado de los ingredientes. Se preparó la salmuera en relación 1:1 con el filete de pescado.

Tabla 4. Porcentajes de ingredientes a utilizados en la salmuera.

Ingredientes	Porcentajes (%)			
Agua	75 %	73.6 %	75 %	73.6 %
Vinagre	15 %	14.7 %	15 %	14.7 %
Sal	5.5 %	5.4 %	5.5 %	5.4 %
Azúcar	2.2 %	2.1 %	2.2 %	2.1 %
Cebolla en polvo	0.2 %	0.19 %	0.2 %	0.19 %
Ajo en polvo	0.2 %	0.19 %	0.2 %	0.19 %
Pimienta	0.2 %	0.19 %	0.2 %	0.19 %
Cominos	0.2 %	0.19 %	0.2 %	0.19 %
Orégano	1.5 %	3.5 %		
Laurel			1.5 %	3.5 %
Salmuera	100 %	100 %	100 %	100 %

Una vez tenido la salmuera el filete se sumergió en ella y se dejó reposar durante 12 a 15 horas.

4.5.2. Realización del proceso de ahumado de filete de tilapia.

Después de transcurrido el tiempo de marinado, el filete se colocó en las rejillas del ahumador y se dejó orear por espacio de 30 minutos con el objetivo de que el producto entre sin excesiva humedad al ahumador. Posteriormente se ahumó en caliente por un periodo de 2 horas intercambiando la posición de las parrillas a 1 hora de proceso. Una vez finalizado el ahumado se colocaron las parrillas cubiertas con el producto en un área limpia y ventilada para su enfriamiento que puede ser de 30 minutos o más. Por último, se acondicionó el producto en bandejas de poliuretano en porciones de 1 libra y se recubrieron las bandejas con película folifilm, para refrigerar a una temperatura de 4 °C.

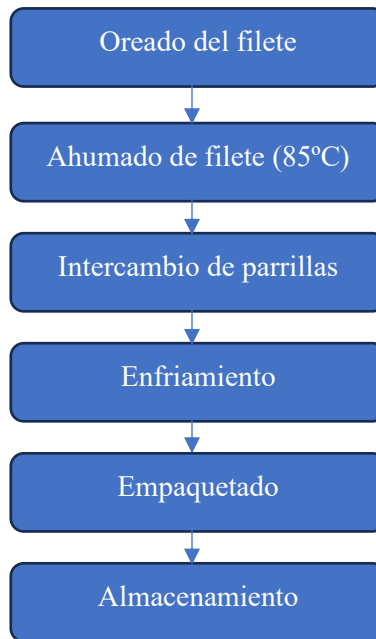


Figura 3. Flujograma de proceso en la realización del proceso de ahumado de filete de tilapia

4.6 Etapa III

4.6.1 Análisis Microbiológicos

El análisis microbiológico tuvo como objetivo cuantificar el recuento de *E. coli* en filetes de tilapia ahumada, como un indicador clave para verificar el cumplimiento de los estándares microbiológicos de higiene y garantizar la seguridad del consumidor, para ello se utilizó el método rápido de recuento en placa con diluciones seriadas. Estos análisis se realizaron antes del ahumado y justo después del mismo, de la misma manera, luego de haber transcurrido 15 días (días 0 y 15). Se tomaron 10 gramos de muestra, los cuales se homogeneizarán en 90 ml de agua peptonada tamponada estéril para obtener una dilución inicial de 10^{-1} . A partir de esta, se prepararon diluciones seriadas decimales hasta una dilución de 10^{-5} . De cada dilución seleccionada, se sembró 1 ml en placas de Petrifilm. Las placas fueron incubadas a una temperatura de 36 °C durante 24 a horas. Finalmente, se contó el número de colonias características de *E. coli* y los resultados se expresaron como unidades formadoras de colonias por gramo de muestra (UFC/g).

4.6.2. Análisis químicos

Los análisis químicos de pH y porcentaje de humedad tuvieron como objetivo evaluar las condiciones que influyen directamente en la estabilidad, seguridad y conservación del pescado ahumado antes del proceso de ahumado y después de este. Estos parámetros son fundamentales porque afectan el crecimiento microbiano y la calidad del producto final. Estos se realizaron en el mismo tiempo que los análisis microbiológicos.

- **Potencial de hidrogeno (pH):** Se midió directamente en una porción homogenizada de filete con un pH-metro previamente calibrado.

- **Porcentaje de humedad:** Se evaluó con una balanza medidora de humedad , colocando una muestra del filete (5 gramos) en el plato del equipo y esperar que esta pueda brindar los resultaos.

4.6.3. Análisis sensorial

Se aplico una prueba sensorial para determinar la aceptabilidad del filete de tilapia ahumado por parte de consumidores, se hizo con una cantidad de 50 jueces no entrenados, a cada juez se le presentaron 5 porciones de muestra a evaluar, el cual se midieron mediante una escala hedónica de 7 puntos que va desde me disgusta mucho hasta me gusta mucho donde se evaluarán las variables de aroma, sabor, color, textura y aceptabilidad general. Esta evaluación se realizó una vez pasados los 16 días en refrigeración, luego de haber realizado lo que son los respectivos análisis microbiológicos.

4.7. Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron analizados mediante el análisis de varianza Anova (DCA), en caso de presentar diferencias significativas entre tratamientos se aplicó una prueba de comparación de medias Tukey, todo ello mediante el software estadístico Infostat.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Resultados del Análisis microbiológico

En el análisis microbiológico del filete de tilapia ahumado, el recuento de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) en las placas Petrifilm arrojó resultados altamente favorables. Se confirmó la ausencia de crecimiento de *Escherichia coli*, un indicador clave de contaminación fecal, y se registró un recuento de coliformes totales inferior al límite de detección (< 10 UFC/g). Estos datos, al demostrar la inexistencia de contaminación por microorganismos indicadores, validan directamente la eficacia de los protocolos de higiene y manipulación implementados a lo largo de la cadena de producción, destacando la robustez del sistema en el aseguramiento de la inocuidad alimentaria.

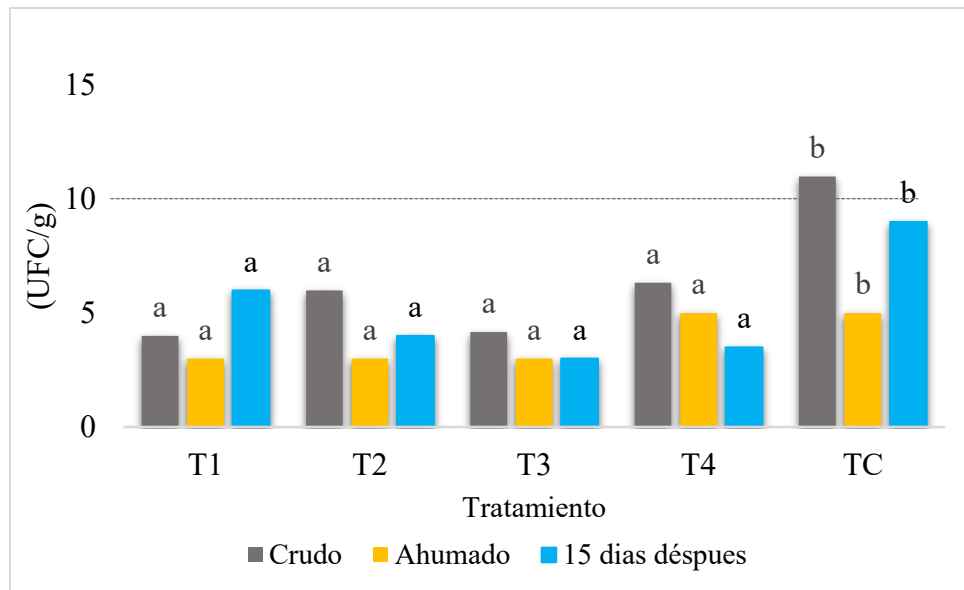


Figura 4. Recuento de *E. coli*. (UFC/g) en Filetes de Tilapia Ahumada.

Tabla 5. Resultado de recuento de UFC/g para *E. coli*

Tratamientos	Crudo	Ahumado	15 días después
T1	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
T2	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
T3	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
T4	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g
TC	11 UFC/g	< 10 UFC/g	< 10 UFC/g

Tabla 6. Referencia del RTCA para criterios microbiológicos del límite permitido de UFC/g para *E. coli*.

9.2. Subgrupo del alimento: pescados precocidos, cocidos, salados o ahumados			
Parámetro	Categoría	tipo de alimento	Límite permitido
<i>Escherichia coli</i>	6	A	10 UFC/g

(RTCA, 2018)

5.2 Resultados de los análisis químicos

A cada tratamiento se le midió el pH y humedad antes y después del proceso de ahumado. A continuación, se muestran los resultados.

Tabla 7. Comparación de Medias de pH de Filete de Tilapia.

pH	Crudo	Ahumado
Tratamientos	Media DE	Media DE
T1 (1.5 % Laurel)	5,37±0,01 ^a	6,57±0,11 ^a
T2 (3.5 % Laurel)	5,5±0,14 ^a	6,41±0,13 ^a
T3 (1.5 % Orégano)	5,46±0,15 ^a	6,5±0,17 ^a
T4 (3.5 % Orégano)	5,41±0,21 ^{ab}	6,4±0,16 ^a
Tratamiento control	5,82±0,09 ^b	6,43±0,0 ^a

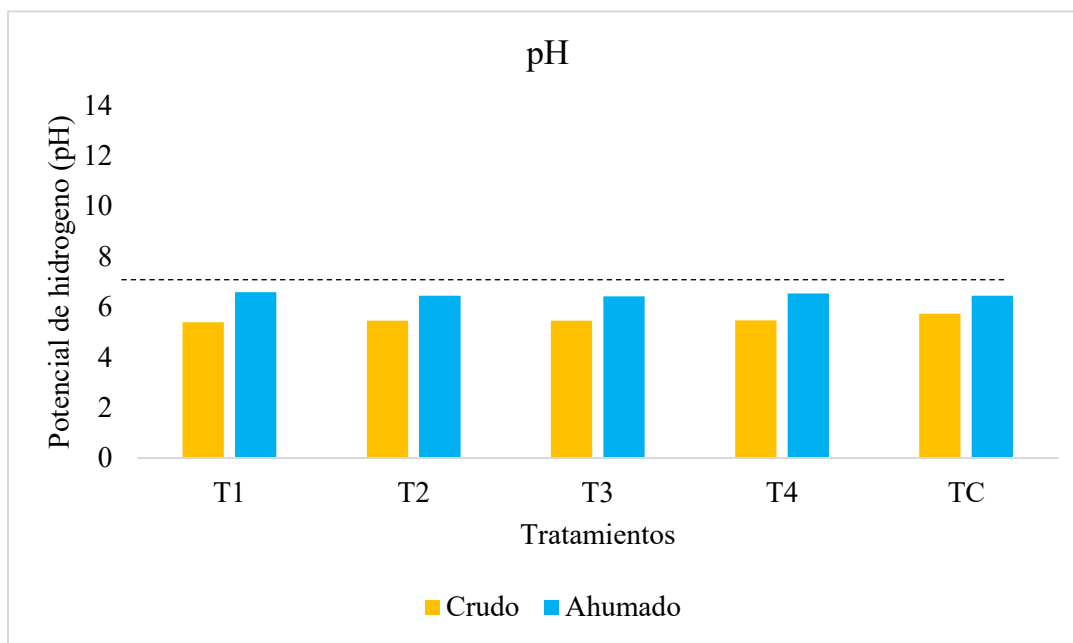


Figura 5. Comparación del pH antes y después del proceso de ahumado de los tratamientos.

La tendencia más notable es el incremento estadísticamente significativo del pH en todos los tratamientos tras el proceso de ahumado. Todos los valores de pH en estado ahumado son notablemente más altos (rango de 6.40 a 6.57) que en estado crudo (rango de 5.37 a 5.82).

El análisis del pH demostró dos fenómenos significativos, primero, en el estado crudo, la adición de las plantas aromáticas resultó en una reducción estadísticamente significativa del pH (T1, T2, T3) en grupo a, en comparación con el tratamiento control (TC: 5.82 ± 0.09). Esta disminución se debe al aporte de ácidos orgánicos de las plantas aromáticas, brindando una ventaja inicial para la inhibición microbiana. Por otro lado, en el estado ahumado, se produjo un aumento uniforme y significativo del pH en todas las muestras (rango 6.40 a 6.57), atribuible a la alcalinidad de los compuestos del humo. No obstante, este proceso fue tan dominante que eliminó cualquier diferencia estadística entre los tratamientos finales, agrupando a todos en el mismo rango (a), lo que subraya la necesidad de complementar el pH final elevado con las propiedades antioxidantes y antimicrobianas del orégano y laurel para asegurar la estabilidad del producto. El pH del pescado recién capturado es ligeramente neutro, y una vez que se inicia el rigor mortis el mismo desciende

a valores aproximados de 6.5 debido a la formación de ácido láctico, y luego va aumentando progresivamente en función de la descomposición bacteriana y los compuestos básicos que se generan de esa descomposición (Sakaguchi, 2000).

Tabla 8. Comparación de Medias de humedad de Filete de Tilapia ahumado.

Tratamientos	Crudo	Ahumado
	Media DE	Media DE
T1 (1.5 % Laurel)	74,94±0,19 ^c	47,14±0,34 ^b
T2 (3.5 % Laurel)	75,73±0,47 ^d	45,18±1,21 ^b
T3 (1.5 % Orégano)	73,97±0,34 ^b	43,72±1,17 ^{ab}
T4 (3.5 % Orégano)	74,73±0,12 ^c	42,20±0,30 ^{ab}
Tratamiento control	69,73±1,02 ^a	36,93±4,97 ^a

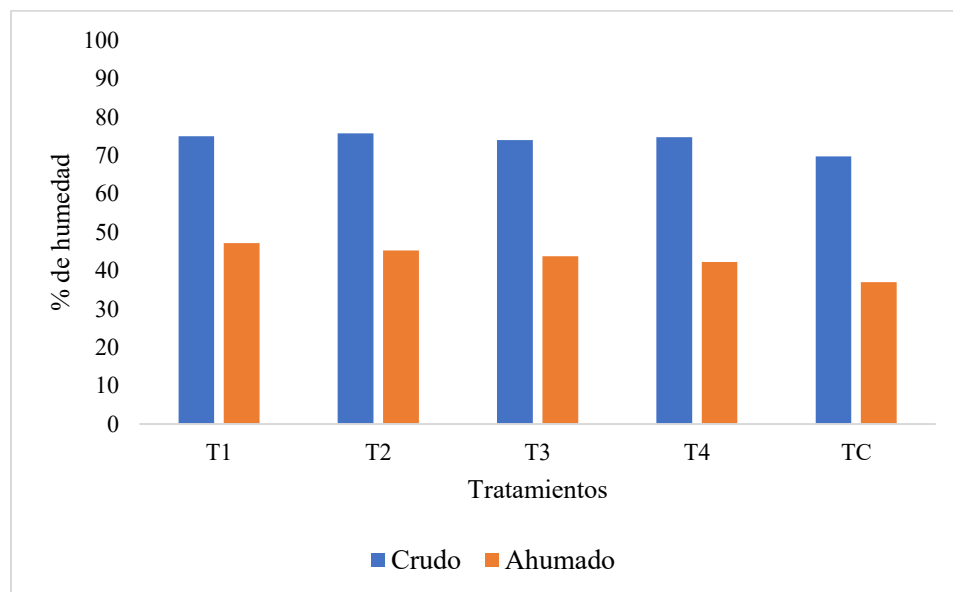


Figura 6. Comparación de humedad antes y después del proceso de ahumado de los tratamientos.

El análisis del porcentaje de humedad demostró que el proceso de ahumado fue el factor dominante en la estabilidad microbiológica del producto, causando una reducción drástica de la humedad en

todos los tratamientos (el T3 bajó de 73.97% a 43.72%). En el estado crudo, existió una diferencia estadística significativa entre las formulaciones, con cuatro grupos distintos (a, b, c, d), donde el Tratamiento Control (TC) (69.73 ± 1.02) mostró el valor más bajo. Sin embargo, tras el ahumado, la pérdida de humedad fue tan intensa que eliminó las diferencias estadísticas, agrupando a todos los tratamientos en un único rango (a). A pesar de esta equivalencia estadística, el tratamiento T3 (1.5% Orégano) registró un porcentaje de humedad baja (43.72 ± 1.17) que, en combinación con su máxima aceptación sensorial (del 83.20), lo establece como la formulación con la mejor relación entre calidad organoléptica y estabilidad potencial a largo plazo.

5.3 Resultados del análisis sensorial

Para determinar la aceptación de los tratamientos, se evaluaron sensorialmente. A las calificaciones obtenidas de los jueces, se les realizó el análisis estadístico, con el fin de determinar si existieron diferencias significativas entre las características evaluadas.

Se presentan los promedios y desviación estándar para cada uno de los parámetros de los 4 tratamientos evaluados sensorialmente para la facilitación de la comparación, no presentan diferencias significativas.

Tabla 9. Resultados de la evaluación sensorial de los tratamientos.

Tratamientos	Sabor	Aroma	Color	Textura
	Media DE	Media DE	Media DE	Media DE
T1 (1.5 % Laurel)	$5,38 \pm 1,24^a$	$5,24 \pm 1,04^a$	$5,18 \pm 1,08^a$	$4,98 \pm 1,12^a$
T2 (3.5 % Laurel)	$5,62 \pm 1,10^a$	$5,38 \pm 1,05^a$	$5,74 \pm 1,05^a$	$5,4 \pm 1,32^a$
T3 (1.5 % Orégano)	$5,74 \pm 1,10^a$	$5,68 \pm 1,04^a$	$5,56 \pm 1,15^a$	$5,42 \pm 1,11^a$
T4 (3.5 % Orégano)	$5,4 \pm 1,55^a$	$5,64 \pm 1,22^a$	$5,64 \pm 1,38^a$	$5,1 \pm 1,58^a$

Medias con letras en común no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$).

El hallazgo más significativo, confirmado por la prueba de comparación de medias (indicada por el superíndice “a”), es que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$)

entre ninguno de los cuatro tratamientos (T1, T2, T3 y T4) en la percepción de los atributos sensoriales. Este resultado establece que el tipo y la concentración de la especia (laurel orégano al 1.5 % o 3.5 %) no tienen un impacto discriminatorio en la aceptabilidad del producto final por parte del consumidor.

Los valores medios para los cuatro atributos se mantuvieron consistentemente en el rango de aceptación, con la mayoría de las puntuaciones en torno a 5.4 ± 0.3 lo que corresponde al descriptor "Me gusta ligeramente" en la escala hedónica de 7 puntos. Esto confirma que todas las formulaciones resultaron en un producto sensorialmente viable y apto para el consumo, sin generar notas de sabor, aroma o color objetables. El proceso de ahumado, al ser el principal contribuyente al perfil organoléptico, probablemente enmascaró o armonizó las sutiles diferencias que las especias pudieran haber introducido, haciendo que la variación de las formulaciones fuera imperceptible para el panel. Los compuestos del orégano, como el carvacrol y el timol, actúan como potentes antioxidantes que inhiben la oxidación lipídica y la formación de olores a rancidez (C Arcila et al. Scielo, 2004).

A pesar de la equivalencia estadística, la observación de las tendencias numéricas es crucial para la optimización de la formulación. El tratamiento T3 (1.5%Orégano) mostró las medias numéricamente más altas en Sabor (5.74), Aroma (5.68) y Textura (5.42). Esta consistencia en las puntuaciones más altas, aunque no significativa, sugiere una preferencia numérica del consumidor por la baja concentración de orégano. En contraste, el tratamiento T1 (1.5 % Laurel) presentó las medias numéricamente más bajas en tres de los cuatro atributos, siendo la textura (4.98) el atributo menos aceptado.

Los análisis estadísticos de varianza (ANOVA) y la subsecuente prueba de comparación de medias indicaron la equivalencia sensorial total entre los cuatro tratamientos de filete ahumado. Específicamente, no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) en las medias de la percepción de Sabor, Aroma, Color y Textura de las formulaciones de tilapia con laurel y orégano. Ante esta uniformidad en la aceptación estadística, fue necesario recurrir a un criterio secundario de diferenciación. Por consiguiente, se procedió a calcular y utilizar el Índice de

Aceptabilidad (IA). Este índice permitió visualizar las tendencias de preferencia numérica que surgieron de la evaluación sensorial y, así, determinar la formulación más prometedora en términos de viabilidad comercial y aceptación integral por parte del consumidor.

Formula: (%) IA = A x 100/B

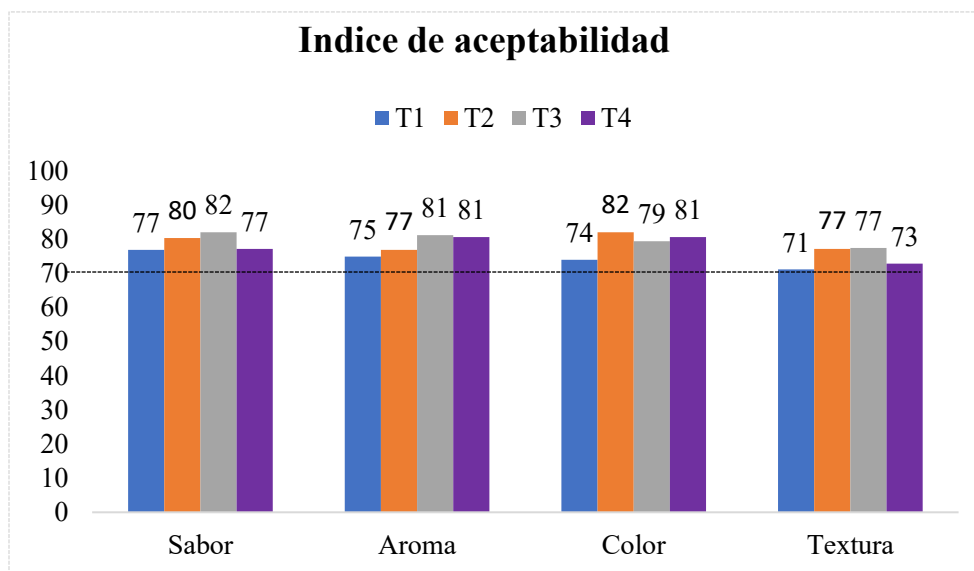


Figura 7. Índice de aceptabilidad de los tratamientos

El Índice de Aceptabilidad (IA) es un indicador clave que consolida las preferencias sensoriales de los consumidores a través de los cuatro atributos evaluados (Sabor, Color, Aroma y Textura). Tomando como umbral mínimo de aceptabilidad un valor del 70% o superior. Los valores de IA se distribuyeron entre 74.00% (T2: 3.5 % Laurel) y 83.20 % (T3: 1.5 % Orégano), confirmando que el filete ahumado de tilapia, enriquecido tanto con laurel como con orégano, es un producto sensorialmente aceptado.

A pesar de que el análisis de comparación de medias individual para cada atributo (Sabor, Color, Aroma, Textura) reveló la ausencia de diferencias estadísticamente significativas, el Índice de Aceptabilidad muestra una clara tendencia de preferencia numérica a nivel de formulación integral. El tratamiento T3 (1.5 % Orégano) se posicionó como el más aceptado con un IA del 83.20%. Esto consolida las tendencias observadas individualmente, donde T3 también registró las puntuaciones

más altas en Sabor y Textura, y una de las más altas en Aroma. Este hallazgo sugiere que la combinación de la matriz de tilapia ahumada con una concentración baja de orégano resultó en la mezcla sensorial más armónica para el paladar del consumidor.

En contraste, el tratamiento T2 (3.5 % Laurel) obtuvo el IA más bajo, con 74.00%. Aunque este valor sigue siendo aceptable (superior al 70%), la caída en la aceptación respecto a T1 (1.5 % Laurel, 80.60 %) indica que duplicar la concentración de laurel pudo haber generado un perfil sensorial menos agradable para el consumidor, probablemente afectando de forma no significativa el balance entre el aroma/sabor del laurel y el ahumado de la tilapia. Esta diferencia de más de 9 puntos porcentuales entre T3 y T2 es crucial desde una perspectiva práctica, ya que indica una clara dirección para la optimización del producto.

VI. CONCLUSIONES

El estudio determinó que la adición de orégano (*Origanum vulgare*) y laurel (*Laurus nobilis*) en la salmuera del filete de tilapia ahumado tiene un efecto positivo en la calidad, inocuidad y aceptación del producto final. Por consiguiente, se confirma el cumplimiento del objetivo general, al validar el uso de estas plantas aromáticas como una alternativa natural en la conservación de productos pesqueros.

La investigación constató una reducción significativa de la carga microbiana en los tratamientos que incluyeron orégano y laurel. De hecho, los resultados mostraron ausencia de crecimiento de *E. coli* (< 10 UFC/g) tras 15 días de refrigeración. Ello evidencia la capacidad antimicrobiana de las especias para garantizar la inocuidad alimentaria del filete ahumado.

Además, con respecto a las propiedades fisicoquímicas, se estableció que el proceso de ahumado estandarizado permitió la estabilidad del producto. Por lo tanto, no se registraron diferencias estadísticamente significativas en el pH final ni en el porcentaje de humedad entre las muestras tratadas y el control. Esto implica que la inclusión de las plantas aromáticas no compromete la estabilidad química esencial del filete ahumado.

Finalmente, la evaluación sensorial demostró que, aunque las diferencias entre tratamientos no fueron estadísticamente significativas, el Tratamiento T3 (1.5 % Orégano) obtuvo la mayor aceptación numérica y el Índice de Aceptabilidad más alto (83.20 %). En consecuencia, esta formulación se identifica como la más viable para la introducción al mercado.

VII. RECOMENDACIONES

A manera de recomendación, sobre implementación y estandarización: Considerando la combinación óptima de inocuidad y aceptabilidad que ofreció el Tratamiento T3, se sugiere la estandarización y adopción de esta formulación para una posible aplicación productiva. Esto permitiría obtener un producto con mayor vida útil y buena percepción por parte del consumidor.

Por otro lado, sobre el estudio de vida útil, dado que la estabilidad microbiológica fue sobresaliente durante el periodo de estudio (15 días), es recomendable extender la investigación de vida útil más allá de este lapso. Esto con el fin de determinar con mayor precisión el tiempo real de conservación bajo condiciones comerciales.

Así también sobre los análisis químicos a fin de consolidar la base científica del efecto protector, se propone la realización de un análisis fitoquímico exhaustivo para cuantificar los compuestos bioactivos (carvacrol, timol) presentes en el orégano. El objetivo es establecer una correlación directa entre la concentración de estos compuestos y los efectos antimicrobiano y antioxidante observados.

Así mismo, sobre optimización de la formulación por otro lado, se aconseja explorar la utilización de concentraciones menores a 1.5 % de orégano o evaluar la aplicación de sus aceites esenciales. El propósito es mantener o incluso potenciar los efectos benéficos, optimizando los costos de materia prima sin afectar la calidad sensorial.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Adriana Patricia Tofiño-Rivera, M. O.-C.-G. (2017). Vigilancia tecnológica de plantas aromáticas: de la investigación a la consolidación de la agrocadena colombiana. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. doi:https://doi.org/10.21930/rcta.vol18_num2_art:636
- AH Havelaar, S. B. (2010). *Retos futuros para la seguridad microbiológica de los alimentos*. Obtenido de Revista Internacional de Microbiología de los Alimentos:0020d<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.10.015>
- Anzano A, d. F. (2022). *Laurel, Laurus nobilis L.: una revisión de su botánica, usos tradicionales, fitoquímica y farmacología*. Obtenido de Enlace de naturaleza de Springer: <https://doi.org/10.1007/s11101-021-09791-z>
- Berger, C. (2020). South Sustainability. Obtenido de La acuicultura y sus oportunidades para lograr el desarrollo sostenible en el Perú: <https://www.bing.com/ck/a?!&&p=4120faea1e25627b8a7545520bd9804f61b597f8ccd6d6ecde2bb5c51c67d2bfJmltdHM9MTc0NDkzNDQwMA&pptn=3&ver=2&hsh=4&fclid=16466fc5-d717-634c-1d3e-7e99d67b62c7&psq=10.21142%2fSS-0101-2020-003&u=a1aHR0cHM6Ly9yZXZpc3Rhcy5jaWVudGlmaWNhLmVk>
- Copes, J. A. (2008). *Estudio del comportamiento del pH en filetes de pejerrey de laguna (Odonthestes bonariensis), conservados con y sin vacío, utilizando distintos tratamientos y almacenados a temperaturas de 4,0 y -1.5° C*. Obtenido de SEDICI UNPL: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/11210>

- Curiel, M. (2017). *Desnutrición en niños y niñas de la etnia Wayuu*. Obtenido de entre lo ético, lo propio y pertinente: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-48182020000100237
- Cynthia Cristina Arcila-Lozano, G. L.-P.-U. (2004). *Scielo*. Obtenido de Archivos Latinoamericanos de Nutrición: https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0004-06222004000100015&script=sci_arttext
- Cynthia Cristina Arcila-Lozano, G. L.-P.-U. (2004). *Scielo*. Obtenido de Archivos Latinoamericanos de Nutrición: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000100015
- Diofanor Acevedo, M. N. (2013). *Información tecnológica*. Obtenido de scielo: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=s0718-07642013000400005&script=sci_arttext
- FAO. (2019). *Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentacion y la Agricultura*. Obtenido de El estado mundial de la pesca y la acuicultura: <http://www.fao.org/state-of-fisheries-aquaculture/es/>
- FAO. (2019). *The future of food safety*. Obtenido de Organizacion de la Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura: <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/ca3247en>
- Guerrero-Lagunes, L. A.-P.-M.-H.-M. (2011). Efecto del cultivo hidropónico de tomillo (*Thymus vulgaris* L.) en la calidad y rendimiento del aceite esencial. *Revista Chapingo. Serie horticultura*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1027-152X2011000200007&script=sci_arttext

- Jonathan M. Munguti, R. N. (2022). Cultivo de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) en Kenia: tecnologías de producción emergentes e impactos socioeconómicos en los medios de vida locales. *Acuicultura, Pesca y Pesca*. Obtenido de <https://doi.org/10.1002/aff2.58>
- RNIA. (2022). *La tilapia, el pez más abundante del mundo y el de más fácil*. Obtenido de RNIA: <https://rnia.produce.gob.pe/la-tilapia-el-pez-mas-abundantedel-mundo-y-el-de-mas-facil-reproduccion/>
- RTCA. (2018). *ALIMENTO. CRITERIOS MICROBIOLOGICOS PARA LA INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS*. Obtenido de REGLAMENTO TECNICO CENTROAMERICANO : <https://arsa.gob.hn/wp-content/uploads/2022/02/402-2018.pdf>
- Sakyi Essien Michael, J. C.-Y. (2019). Ahumado de pescado en Ghana: Una reseña. *Revista de Ciencias Pesqueras.com*. Obtenido de <https://www.itmedicalteam.pl/articles/fish-smoking-in-ghana-a-review-105314.html>
- Sayed, E. (2006). *Tilapia Culture*. *CABI*. Obtenido de <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/book/10.1079/9780851990149.0000>
- SM Alzamora, A. L. (2016). *Alimentos mínimamente procesados*. Obtenido de Enciclopedia de la alimentación y la salud , Academic Press , Oxford: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00470-0>
- Thorpe, C. (2004). *Infección por Escherichia coli productora de toxina Shiga*. Obtenido de Enfermedades Infecciosas Clínicas: <https://doi.org/10.1086/383473>
- Vivianne Geraldo, J. a. (2024). Implementación de buenas prácticas de manufactura (BPM) para mejorar la calidad del pescado ahumado (*Scomber colias*). *Heliyon*.

Wall, P. C. (2018). *Pasar de la comunicación de riesgos a la comunicación de información alimentaria y la participación del consumidor*. Obtenido de npj Ciencia de los Alimentos: <https://doi.org/10.1038/s41538-018-0031-7>

Yazid Khaled Khodja, M. B.-b. (2023). *Estudio botánico, composición fitoquímica y actividades biológicas de las hojas de Laurus nobilis L.: una revisión*. Obtenido de Revista internacional de metabolitos secundarios: <https://doi.org/10.21448/ijsm.1171836>

IX. ANEXOS

Anexo 1.Formato de evaluación sensorial.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Fecha ____ / ____ / ____ Edad _____

Sexo: F ☐ M ☐

Instrucciones:

En la siguiente evaluación sensorial se medirán los atributos de color, sabor, aroma, textura de las tortas de pescado en base a una escala hedónica de 7 puntos, para 3 tipos de muestras, estas serán evaluadas según el nivel de agrado, por lo que se le solicita marcar con una X el nivel de escala que usted considere que posee el producto acorde a los atributos a evaluar.

Puntaje	Significativo
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta moderadamente
3	Me disgusta poco
4	No me gusta ni me disgusta
5	Me gusta poco
6	Me gusta moderadamente
7	Me gusta mucho

Muestra _____

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
Color							
Sabor							
Aroma							
Textura							
Aceptación general							

Anexo 2. Proceso de ahumado.



Anexo 3. análisis microbiológico



Anexo 4. Evaluación sensorial

